

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-104933

(43)Date of publication of application : 22.04.1997

(51)Int.Cl. C22C 1/02
C22C 1/02
B22D 17/00
B22D 17/22
C22C 21/00
C22C 21/04

(21)Application number : 07-288071

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 09.10.1995

(72)Inventor : SAITO NOBUHIRO

SHIINA HARUO

NAKAMURA TAKEYOSHI

(54) THIXOCASTING PROCESS AND ALUMINUM ALLOY MATERIAL FOR THIXOCASTING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thixocasting process capable of obtaining an Al alloy casting having high toughness.

SOLUTION: An Al alloy material added with Sr as a modifying agent is subjected to heat treatment to prepare a half-melted Al alloy material in which solid phases and liq. phases are coexistent. Next, the half-melted Al alloy material is filled into mold cavities and is then solidified. At this time, the amt. of Sr to be added in the Al alloy material is set to >0 to 100ppm, and furthermore, the shearing rate of the half-melted Al alloy material is set to $Rs \geq 50s^{-1}$. Thus, the metallic structure of the matrix formed by the solidification of the liq. phases is securely refined, and moreover, the wettability between the matrix and the dispersed phases formed by the solidification of the solid phases is made desirable to improve the toughness of the Al alloy casting.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-104933

(43) 公開日 平成9年(1997)4月22日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 1/02	5 0 1		C 2 2 C 1/02	5 0 1 B
	5 0 3			5 0 3 J
B 2 2 D 17/00			B 2 2 D 17/00	Z
17/22			17/22	F
C 2 2 C 21/00			C 2 2 C 21/00	N

審査請求 有 請求項の数 2 F D (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-288071

(22) 出願日 平成7年(1995)10月9日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 斉藤 信広

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(72) 発明者 椎名 治男

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

(72) 発明者 中村 武蔵

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

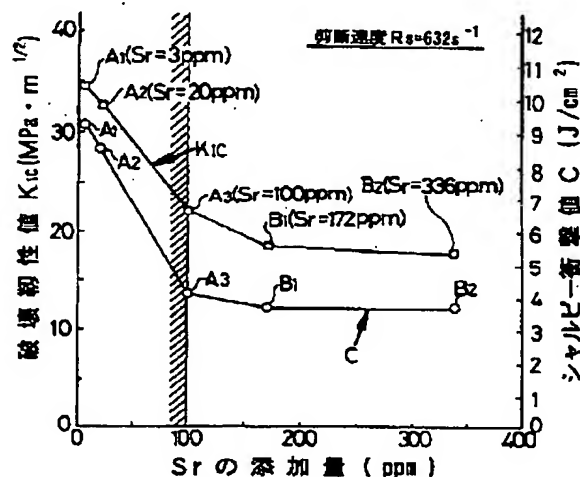
(74) 代理人 弁理士 落合 健 (外1名)

(54) 【発明の名称】 チクソキャスト法およびチクソキャスト用A1合金材料

(57) 【要約】

【課題】 高い靱性を有するA1合金鋳物を得ることが可能なチクソキャスト法を提供する。

【解決手段】 改良剤としてSrを添加されたA1合金材料に加熱処理を施して、固相と液相とが共存する半溶融A1合金材料を調製し、次いで、加圧下で、半溶融A1合金材料の鋳型キャビティへの充填と、それに次ぐ半溶融A1合金材料の凝固とを行う。その際、A1合金材料におけるSrの添加量を $0\text{ ppm} < \text{Sr} \leq 100\text{ ppm}$ に設定し、また鋳型キャビティにおける半溶融A1合金材料の剪断速度 R_s を $R_s \geq 50\text{ s}^{-1}$ に設定する。これにより液相の凝固により生じたマトリックスの金属組織を確実に微細化すると共にそのマトリックスと、固相の凝固により生じた分散相との濡れ性を良好にして、A1合金鋳物の靱性を向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 改良剤として Sr を添加された Al 合金材料 (5) に加熱処理を施して、固相と液相とが共存する半溶融 Al 合金材料 (5) を調製し、次いで、加圧下で、半溶融 Al 合金材料 (5) の鑄型キャビティ (4) への充填と、それに次ぐ半溶融 Al 合金材料 (5) の凝固とを行うに当り、前記 Al 合金材料 (5) における Sr の添加量を $0 \text{ ppm} < \text{Sr} \leq 100 \text{ ppm}$ に設定し、また前記鑄型キャビティ (4) における前記半溶融 Al 合金材料 (5) の剪断速度 R_s を $R_s \geq 50 \text{ s}^{-1}$ に設定したことを特徴とするチクソキャスト法。

【請求項 2】 改良剤として Sr を添加され、その Sr の添加量を $0 \text{ ppm} < \text{Sr} \leq 100 \text{ ppm}$ に設定したことを特徴とするチクソキャスト用 Al 合金材料。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はチクソキャスト法、特に、Al 合金材料に加熱処理を施して、固相（略固体となっている相、以下同じ）と液相とが共存する半溶融 Al 合金材料を調製し、次いで、加圧下で、半溶融 Al 合金材料の鑄型キャビティへの充填と、それに次ぐ半溶融 Al 合金材料の凝固とを行うチクソキャスト法およびその方法の実施に用いられる Al 合金材料に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、チクソキャスト用 Al 合金材料としては、比較的多量の Sr を添加されたものが用いられている。このように Sr の添加量を規定する理由は、液相の凝固により生じたマトリックスの金属組織を確実に微細化し、また Al 合金材料の電気抵抗値を上げて誘導加熱による半溶融 Al 合金材料の均熱度を高めることにある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 本発明者等は、Sr 添加 Al 合金材料を用いたチクソキャスト法の実施について種々検討を加えたところ、Sr の添加量および鑄型キャビティにおける半溶融 Al 合金材料の剪断速度 R_s いかんによっては Al 合金鑄物の靱性が大いに損われる、ということを究明した。

【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は、Sr の添加量および前記剪断速度 R_s を特定することによって、高い靱性を有する Al 合金鑄物を得ることが可能な前記チクソキャスト法を提供することを目的とする。

【0005】 前記目的を達成するため本発明によれば、Al 合金材料に加熱処理を施して、固相と液相とが共存する半溶融 Al 合金材料を調製し、次いで、加圧下で、半溶融 Al 合金材料の鑄型キャビティへの充填と、それに次ぐ半溶融 Al 合金材料の凝固とを行うに当り、前記 Al 合金材料における Sr の添加量を $0 \text{ ppm} < \text{Sr} \leq 1$

00 ppm に設定し、また前記鑄型キャビティにおける前記半溶融 Al 合金材料の剪断速度 R_s を $R_s \geq 50 \text{ s}^{-1}$ に設定したチクソキャスト法が提供される。

【0006】 Sr の添加量および剪断速度 R_s を前記のように特定すると、その Sr の添加量が僅少であるにも拘らず、前記剪断速度 R_s の適用下で、液相の凝固により生じたマトリックスの金属組織を確実に微細化すると共にそのマトリックスと、固相の凝固により生じた分散相との濡れ性を良好にし、これにより Al 合金鑄物の靱性を向上させることができる。また高周波加熱による半溶融 Al 合金材料の均熱度は前記 Sr 添加量にて十分に高められる。

【0007】 ただし、Sr の添加量が $\text{Sr} = 0 \text{ ppm}$ では、剪断速度 R_s を $R_s \geq 50 \text{ s}^{-1}$ に設定してもマトリックスを微細化することはできず、また前記均熱度が低下する。一方、Sr の添加量が $\text{Sr} > 100 \text{ ppm}$ では、剪断速度 R_s を $R_s \geq 50 \text{ s}^{-1}$ に設定してもマトリックスおよび分散相間の濡れ性が改善されず、したがって Al 合金鑄物の靱性は $R_s < 50 \text{ s}^{-1}$ の場合と略同じである。さらに Sr の添加量が $0 \text{ ppm} < \text{Sr} \leq 100 \text{ ppm}$ でも剪断速度 R_s が $R_s < 50 \text{ s}^{-1}$ では、Al 合金鑄物の靱性は $\text{Sr} > 100 \text{ ppm}$ の場合と略同じとなる。

【0008】 また本発明は、高い靱性を有する Al 合金鑄物を得ることが可能な前記チクソキャスト用 Al 合金材料を提供することを目的とする。

【0009】 前記目的を達成するため本発明によれば、改良剤として Sr を添加され、その Sr の添加量を $0 \text{ ppm} < \text{Sr} \leq 100 \text{ ppm}$ に設定したチクソキャスト用 Al 合金材料が提供される。

【0010】 この Al 合金材料によれば、チクソキャスト法の適用下で高い靱性を有する Al 合金鑄物を得ることが可能である。

【0011】

【発明の実施の形態】 図 1、2 に示す加圧鑄造機 1 は、Al 合金材料を用いてチクソキャスト法の適用下で Al 合金鑄物を鑄造するために用いられる。その加圧鑄造機 1 は鑄型を備え、その鑄型は鉛直な合せ面 2a、3a を有する固定金型 2 および可動金型 3 よりなり、両合せ面 2a、3a 間に鑄物成形用キャビティ 4 が形成される。固定金型 2 に半溶融 Al 合金材料 5 を設置する水平なチャンバ 6 が形成され、そのチャンバ 6 はゲート 7 を介してキャビティ 4 下部に連通する。また固定金型 2 に、チャンバ 6 に連通するスリーブ 8 が水平に付設され、そのスリーブ 8 に、チャンバ 6 に挿脱される加圧プランジャ 9 が摺動自在に嵌合される。スリーブ 8 は、その周壁上部に材料用挿入口 10 を有する。

【0012】 キャビティ 4 は、全体的には長辺が上下方向に延びる直方体状をなし、また固定金型 2 の合せ面 2a に存する段付面 11 により、下方から上方に向かって容積が段階的に減少するように形成されている。

【実施例1】表1は、Al合金材料の実施例A₁～A₃および比較例B₁、B₂の組成を示す。これら実施例A₁等は、連続鋳造法の適用下で鋳造された高品質な長尺連続鋳造材より切出されたものであって、その鋳造に当っては初晶α-Alの球状化処理が行われている。実施*

*例A₁等の寸法は直径50mm、長さ65mmである。この場合、チャンバ6の内径aはa=55mmである。

【0013】

【表1】

Al合金材料	化 学 成 分 (重量%)				
	Si	Mg	Fe	Sr (ppm)	Al
実施例A ₁	7.10	0.48	0.10	3	残部
実施例A ₂	7.05	0.50	0.09	20	残部
実施例A ₃	7.00	0.57	0.10	100	残部
比較例B ₁	6.90	0.52	0.11	172	残部
比較例B ₂	7.00	0.57	0.10	336	残部

【0014】まず、実施例A₁を誘導加熱装置の加熱コイル内に設置し、次いで周波数1kHz、最大出力30kWの条件で加熱して、固相と液相とが共存する半溶融状態の実施例A₁を調製した。この場合、固相率は45%に設定された。

【0015】その後、図1に示すように、半溶融状態の実施例A₁(符号5)をチャンバ6に設置し、その実施例A₁の鋳造温度580℃、加圧プランジャ9の移動速度0.20m/sec、鋳造圧力800kgf/(sec・cm²)、金型温度250℃の条件で実施例A₁を加圧しつつゲート7を通過させてキャビティ4内に充填した。そして、加圧プランジャ9をストローク終端に保持することによってキャビティ4内に充填された実施例A₁に加圧力を付与し、その加圧下で実施例A₁を凝固させてAl合金鋳物A₁を得た。このAl合金鋳物A₁には鋳造後T6処理を施した(これは後述するAl合金鋳物について同じである。)

【0016】図3はAl合金鋳物A₁を示し、その各部の寸法は次の通りである。全長b=130mm、全幅c=60mm;先端部Zの長さb₁=20mm、厚さd₁=5mm;第1中間部Yの長さb₂=20mm、厚さd₂=10mm;第2中間部Xの長さb₃=20mm、厚さd₃=15mm;第2中間部Xとゲート7に対応するスクラップ部Sとの間に存する基端部Wの長さb₄=20mm、厚さd₄=20mmである。

【0017】図4はAl合金鋳物A₁の第1中間部YにおけるT6処理後の金属組織を示す顕微鏡写真である。図4において、比較的大きく、且つ丸みを帯びた部分が、固相の凝固により生じた分散相、つまりα-Al相

であり、またそれら分散相間を埋める部分が液相の凝固により生じたマトリックスである。そのマトリックスは、無数の黒色点状をなすAl-Si共晶相とそれらAl-Si共晶相間を埋めるα-Al相とからなる。図4より、マトリックスの金属組織が微細化され、またマトリックスと分散相とが十分に密着していることが判る。

【0018】また実施例A₂、A₃および比較例B₁、B₂を用い、前記同様の鋳造作業を行ってAl合金鋳物A₁と同一形状の4種のAl合金鋳物A₂、A₃およびB₁、B₂を得た。この場合、Al合金鋳物A₂、A₃およびB₁、B₂はそれぞれ実施例A₂、A₃およびB₁、B₂に対応する。

【0019】表2は、Al合金鋳物A₁～A₃およびB₁、B₂において、各部W～Zを成形する際の流速Vおよび剪断速度R_sならびに各部W～Zのシャルピー衝撃値Cおよび破壊靱性値K_{ic}を示す。

【0020】先端部Z、第1および第2中間部Y、Xならびに基端部Wに関する各流速Vは、実施例A₁等のキャビティ4への充填終了直前に、図1に示すようにキャビティ4の先端部成形域4z、第1および第2中間部成形域4y、4xならびに基端部成形域4zの各入口e₁～e₄において測定されたものである。そして、剪断速度R_sは、流速をVとし、また各成形域4z～4wの幅、したがって各部Z～Wの厚さをd(このdはd₁、d₂、d₃またはd₄)とすると、R_s=V/(d/2)として求められた。

【0021】

【表2】

A1合金鋳物	部位	流速 V (m/s)	剪断速度 R _s (s ⁻¹)	シャルピー 衝撃値C (J/cm ²)	破壊靱性値 K _{IC} (MPa・m ^{1/2})
A ₁ Sr=3ppm	W	0.40	40	3.0	15.0
	X	0.53	71	4.8	24.2
	Y	0.79	158	8.5	32.5
	Z	1.58	632	9.2	34.5
A ₂ Sr=20ppm	W	0.40	40	3.2	16.0
	X	0.53	71	4.6	23.4
	Y	0.79	158	7.8	31.2
	Z	1.58	632	8.6	32.7
A ₃ Sr=100ppm	W	0.40	40	3.5	16.5
	X	0.53	71	4.0	21.6
	Y	0.79	158	4.2	22.8
	Z	1.58	632	4.1	22.3
B ₁ Sr=172ppm	W	0.40	40	3.3	17.9
	X	0.53	71	3.6	18.5
	Y	0.79	158	3.7	18.3
	Z	1.58	632	3.7	18.6
B ₂ Sr=336ppm	W	0.40	40	3.6	17.8
	X	0.53	71	3.7	17.2
	Y	0.79	158	3.6	18.7
	Z	1.58	632	3.7	18.0

【0022】図5は、表2に基づきA1合金鋳物A₁～A₃およびB₁、B₂の先端部Zについて、Srの添加量とシャルピー衝撃値Cおよび破壊靱性値K_{IC}との関係をグラフ化したものである。図5から、実施例A₁～A₃のようにSrの添加量をSr≤100ppmに設定すると、A1合金鋳物A₁～A₃において靱性が大いに向上することが判る。

【0023】図6は、表2に基づきA1合金鋳物A₁～A₃およびB₁、B₂の各部W～Zについて、剪断速度R_sとシャルピー衝撃値Cとの関係をグラフ化したものである。図6から明らかなように、実施例A₁～A₃のようにSrの添加量をSr≤100ppmに設定し、また剪断速度R_sをR_s≥50s⁻¹に設定すると、A1合金鋳物A₁～A₃の各部X、Y、Zのごとくシャルピー衝撃値Cが向上することが判る。比較例B₁、B₂のようにSrの添加量がSr>100ppmでは、剪断速度R_sをR_s≥50s⁻¹に設定しても、A1合金鋳物B₁、B₂のごとくシャルピー衝撃値Cの向上は認められない。

2のごとくシャルピー衝撃値Cの向上は認められない。

【0024】図7は、表2に基づきA1合金鋳物A₁～A₃およびB₁、B₂の各部W～Zについて、剪断速度R_sと破壊靱性値K_{IC}との関係をグラフ化したものである。図7から明らかなように、実施例A₁～A₃のようにSrの添加量をSr≤100ppmに設定し、また剪断速度R_sをR_s≥50s⁻¹に設定すると、A1合金鋳物A₁～A₃の各部X、Y、Zのごとく破壊靱性値K_{IC}が向上することが判る。比較例B₁、B₂のようにSrの添加量がSr>100ppmでは、剪断速度R_sをR_s≥50s⁻¹に設定しても、A1合金鋳物B₁、B₂のごとく破壊靱性値K_{IC}の向上は認められない。

【実施例2】表3は、Mg含有量を前記実施例1の場合よりも減じたA1合金材料の実施例A、および比較例B₁の組成を示す。これら実施例A等は、前記同様に連続鋳造法の適用下で鋳造された高品質な長尺連続鋳造材より切出されたものであって、その鋳造に当っては初晶

α -Alの球状化処理が行われている。実施例A、等の寸法は直径50mm、長さ65mmである。

*【0025】

*【表3】

Al合金材料	化 学 成 分 (重量%)				
	Si	Mg	Fe	Sr (ppm)	Al
実施例A、	7.00	0.28	0.13	5	残部
比較例B、	7.10	0.30	0.09	167	残部

【0026】次に、実施例A、および比較例B、を用い、前記同様の鑄造作業を行ってAl合金鑄物A、と同一形状の2種のAl合金鑄物A、およびB、を得た。この場合、Al合金鑄物A、およびB、はそれぞれ実施例A、およびB、に対応する。

【0027】表4は、Al合金鑄物A、およびB、にお※

※いて、各部W～Zを成形する際の流速Vおよび剪断速度Rsならびに各部W～Zのシャルピー衝撃値Cおよび破壊靱性値K_{IC}を示す。

【0028】

【表4】

Al合金鑄物	部位	流速 V (m/s)	剪断速度 Rs (s ⁻¹)	シャルピー 衝撃値C (J/cm ²)	破壊靱性値 K _{IC} (MPa·m ^{1/2})
A, Sr=5ppm	W	0.40	40	7.5	31.4
	X	0.53	71	9.5	36.5
	Y	0.79	158	11.5	41.6
	Z	1.58	632	13.0	43.6
B, Sr=167ppm	W	0.40	40	8.1	33.5
	X	0.53	71	8.5	32.8
	Y	0.79	158	8.2	34.0
	Z	1.58	632	8.3	33.2

【0029】図8は、表4に基づきAl合金鑄物A、およびB、の各部W～Zについて、剪断速度Rsとシャルピー衝撃値Cとの関係をグラフ化したものである。図8から明らかなように、実施例A、のようにSrの添加量をSr≤100ppmに設定し、また剪断速度RsをRs≥50s⁻¹に設定すると、Al合金鑄物A、の各部X、Y、Zのごとくシャルピー衝撃値Cが向上することが判る。比較例B、のようにSrの添加量がSr>100ppmでは、剪断速度RsをRs≥50s⁻¹に設定しても、Al合金鑄物B、のごとくシャルピー衝撃値Cの向上は認められない。

【0030】図9は、表4に基づきAl合金鑄物A、およびB、の各部W～Zについて、剪断速度Rsと破壊靱

性値K_{IC}との関係をグラフ化したものである。図9から明らかなように、実施例A、のようにSrの添加量をSr≤100ppmに設定し、また剪断速度RsをRs≥50s⁻¹に設定すると、Al合金鑄物A、の各部X、Y、Zのごとく破壊靱性値K_{IC}が向上することが判る。比較例B、のようにSrの添加量がSr>100ppmでは、剪断速度RsをRs≥50s⁻¹に設定しても、Al合金鑄物B、のごとく破壊靱性値K_{IC}の向上は認められない。

【0031】

【発明の効果】本発明によれば、前記のように特定された手段を採用することによって、高い靱性を有するAl合金鑄物を得ることが可能なチクソキャスト法を

提供することができる。

【0032】また本発明によれば、前記チクソキャスト
ィング法の適用下で高い靱性を有するA1合金鋳物を得
ることが可能なチクソキャストィング用A1合金材料を
提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】加圧鋳造機の縦断面図である。

【図2】図1の2-2線断面図である。

【図3】A1合金鋳物の斜視図である。

【図4】A1合金鋳物の金属組織を示す顕微鏡写真であ
る。

【図5】Srの添加量と、破壊靱性値 K_{Ic} およびシャル
ピー衝撃値Cとの関係を示すグラフである。

*【図6】剪断速度 R_s とシャルピー衝撃値Cとの関係の
一例を示すグラフである。

【図7】剪断速度 R_s と破壊靱性値 K_{Ic} との関係の一例
を示すグラフである。

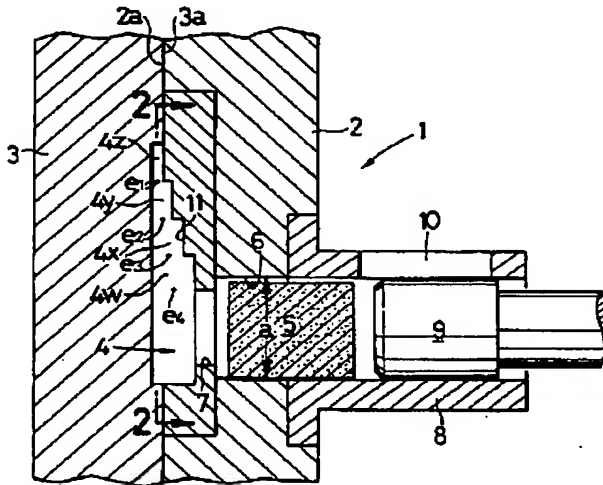
【図8】剪断速度 R_s とシャルピー衝撃値Cとの関係の
他例を示すグラフである。

【図9】剪断速度 R_s と破壊靱性値 K_{Ic} との関係の他例
を示すグラフである。

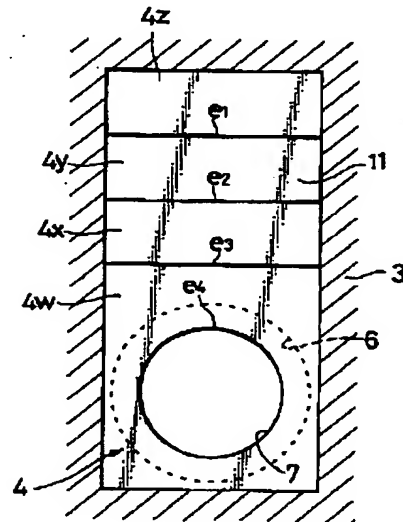
【符号の説明】

- | | |
|---|--------|
| 1 | 加圧鋳造機 |
| 4 | キャビティ |
| 5 | A1合金材料 |

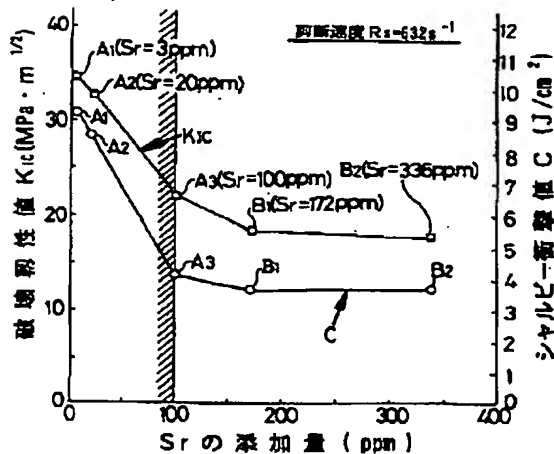
【図1】



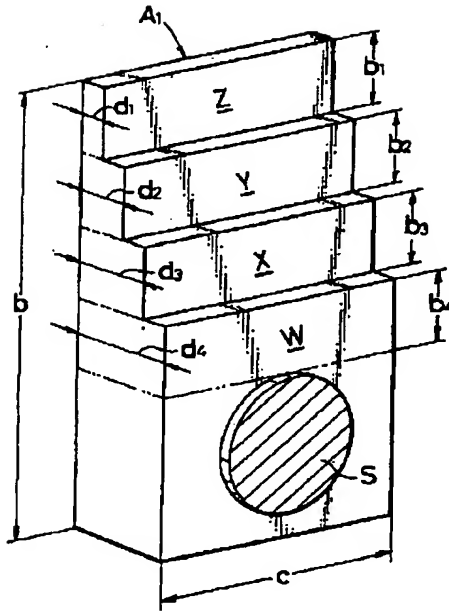
【図2】



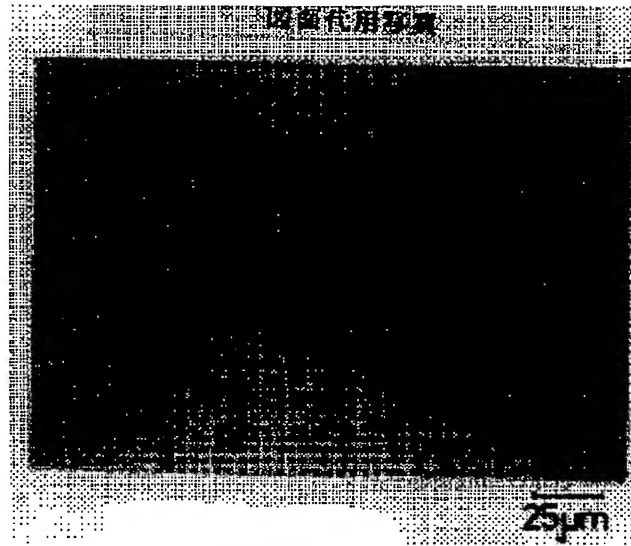
【図5】



【図3】

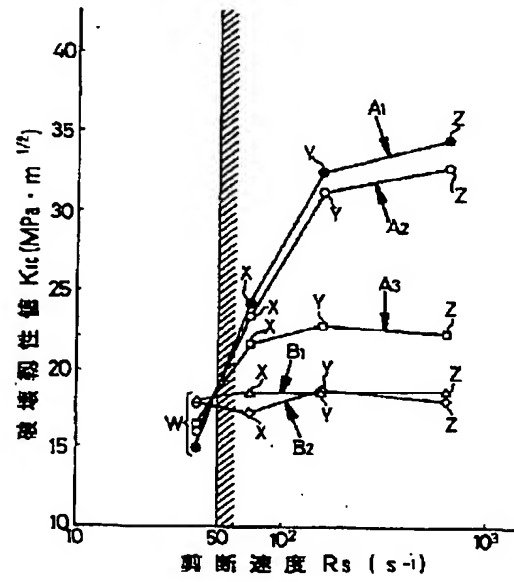
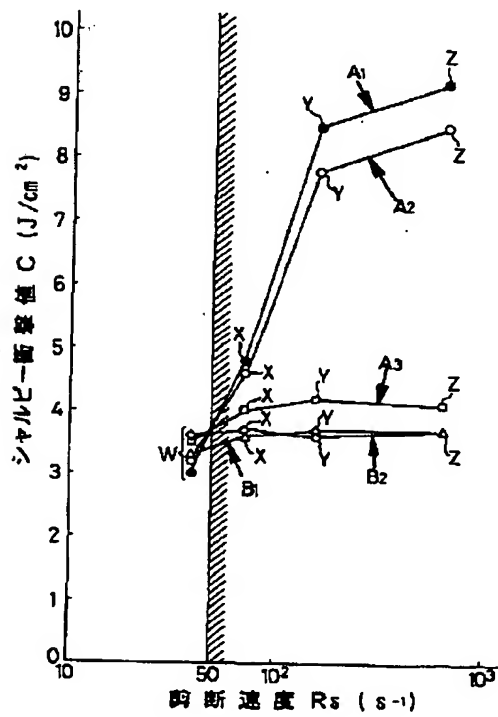


【図4】

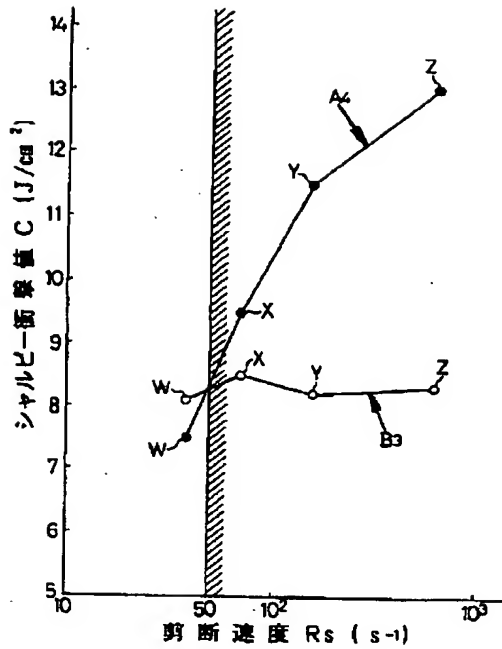


【図7】

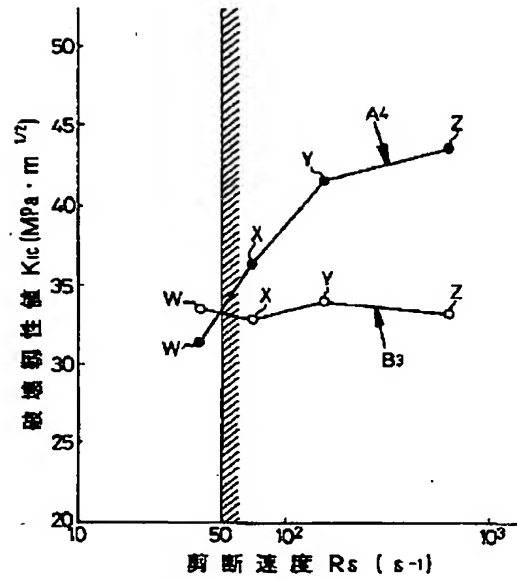
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
C 2 2 C 21/04

識別記号 庁内整理番号

F I
C 2 2 C 21/04

技術表示箇所

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第3部門第4区分

【発行日】平成11年(1999)10月26日

【公開番号】特開平9-104933

【公開日】平成9年(1997)4月22日

【年通号数】公開特許公報9-1050

【出願番号】特願平7-288071

【国際特許分類第6版】

C22C 1/02 501
503

B22D 17/00
17/22

C22C 21/00
21/04

【F I】

C22C 1/02 501 B
503 J

B22D 17/00 Z
17/22 F

C22C 21/00 N
21/04

【手続補正書】

【提出日】平成9年6月5日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正内容】

【0012】キャビティ4は、全体的には長辺が上下方向に延びる直方体状をなし、また固定金型2の合せ面2aに存する段付面11により、下方から上方に向って容積が段階的に減少するように形成されている。

【実施例1】表1は、Al合金材料の実施例A₁～A₃および比較例B₁、B₂の組成を示す。これら実施例A₁等は、連続鋳造法の適用下で鋳造された高品質な長尺連続鋳造材より切出されたものであって、その鋳造に当ってはα-Alの球状化処理が行われている。実施例A₁等の寸法は直径50mm、長さ65mmである。この場合、チャンバ6の内径aはa=55mmである。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】図7は、表2に基づきAl合金鋳物A₁～A₃およびB₁、B₂の各部W～Zについて、剪断速度R_sと破壊靱性値K_{IC}との関係をグラフ化したものである。図7から明らかなように、実施例A₁～A₃のようにS_rの添加量をS_r≤100ppmに設定し、また剪断速度R_sをR_s≥50s⁻¹に設定すると、Al合金鋳物A₁～A₃の各部X、Y、Zのごとく破壊靱性値K_{IC}が向上することが判る。比較例B₁、B₂のようにS_rの添加量がS_r>100ppmでは、剪断速度R_sをR_s≥50s⁻¹に設定しても、Al合金鋳物B₁、B₂のごとく破壊靱性値K_{IC}の向上は認められない。

【実施例2】表3は、Mg含有量を前記実施例1の場合よりも減じたAl合金材料の実施例A₄および比較例B₃の組成を示す。これら実施例A₄等は、前記同様に連続鋳造法の適用下で鋳造された高品質な長尺連続鋳造材より切出されたものであって、その鋳造に当ってはα-Alの球状化処理が行われている。実施例A₄等の寸法は直径50mm、長さ65mmである。